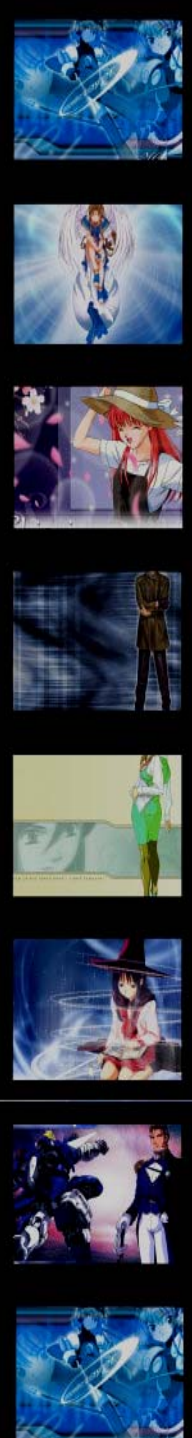


Implementasi Simulated Annealing Untuk Menyelesaikan Traveling Salesman Problem (TSP)

Achmad Basuki
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
PENS-ITS Surabaya 2005

Materi

- Gambar Permasalahan TSP
- Definisi State
- Definisi Energi
- Flowchart Simulated Annealing Untuk TSP
- Pembangkitan State Awal
- Update State
- Cooling Schedulle

Gambaran Permasalahan

- *Traveling salesman problem* (TSP) adalah suatu permasalahan untuk mendapatkan rute terpendek yang harus dilalui seorang sales yag harus melewati semua kota (*n*) dengan setiap kota harus dilalui satu kali sampai dia kembali ke kota asalnya.
- TSP banyak digunakan dalam penerapannya untuk bidang transportasi, komunikasi dan teknologi informasi.
- Dalam TSP, tujuan yang dicapai adalah rute dengan jarak terpendek, dan batasannya adalah semua kota harus dilalui dan setiap kota hanya dilalui satu kali.

Simulated Annealing Pada TSP

- Simulated Annealing pada TSP digunakan untuk menelusuri dan mencari setiap rute yang mungkin, kemudian mendapatkan rute yang jaraknya paling pendek.
- Model Simulated Annealing untuk menyelesaikan TSP adalah model state yang dibangun untuk menyatakan rute yang mungkin dan definisi energi yang dinyatakan dengan total jarak yang ditempuh.

Definisi State

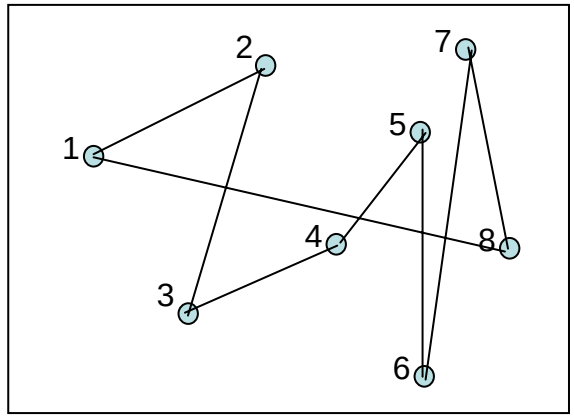
- State didefinisikan dengan rute yang ditempuh untuk melewati semua kota sampai kembali ke kota asal dengan syarat setiap kota harus dilalui satu kali.
- Bila setiap kota dinyatakan dengan indeks 1,2,3,4,…,n maka state didefinisikan sebagai permutasi dari indeks kota.
- Definisi state adalah:

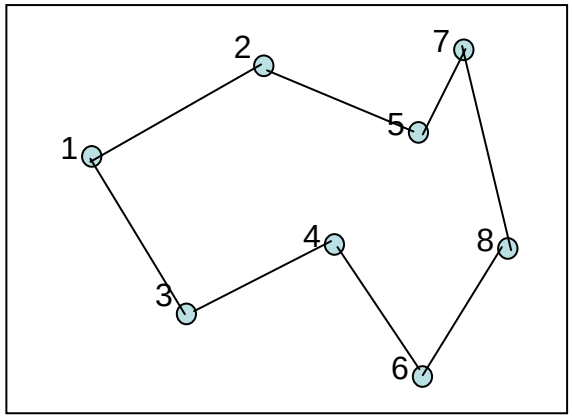
$$S = \left\{ s_i \in N \middle| \left(s_i \neq s_j \right)_{i \neq j} \right\}$$

Contoh State

Contoh state untuk TSP dengan 8 kota, dimana setiap kota dinyatakan dengan indeks 1,2,3,4,5,6,7, dan 8 adalah sebagai berikut:

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 1





1 – 2 – 5 – 7 – 8 – 6 – 4 – 3 – 1

Definisi Energi

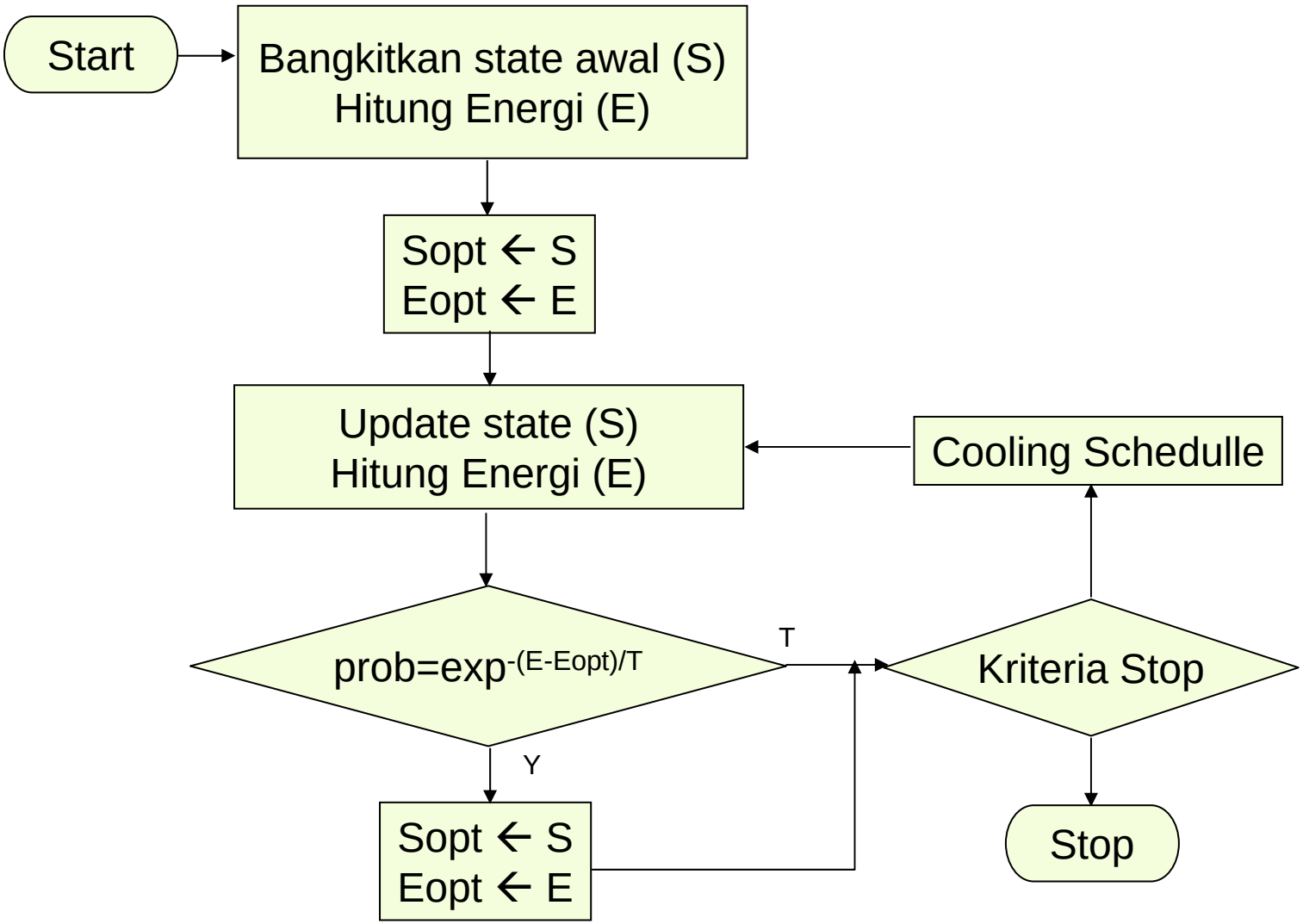
- Karena di dalam TSP dicari rute dengan jarak terpendek, maka energi didefinisikan dengan total jarak yang ditempuh.
- Energi didefinisikan:

$$E = \sum_{i=1}^{n} d_i$$

d_i adalah jarak kota ke s(i) dan s(i+1), bila posisi dinyatakan sebagai koordinat 2 dimensi (*x*,*y*) maka d_i dapat dihitung dengan:

$$d_i = \sqrt{\left(s_x(i) - s_x(i+1)\right)^2 + \left(s_y(i) - s_y(i+1)\right)^2}$$

Flowchart

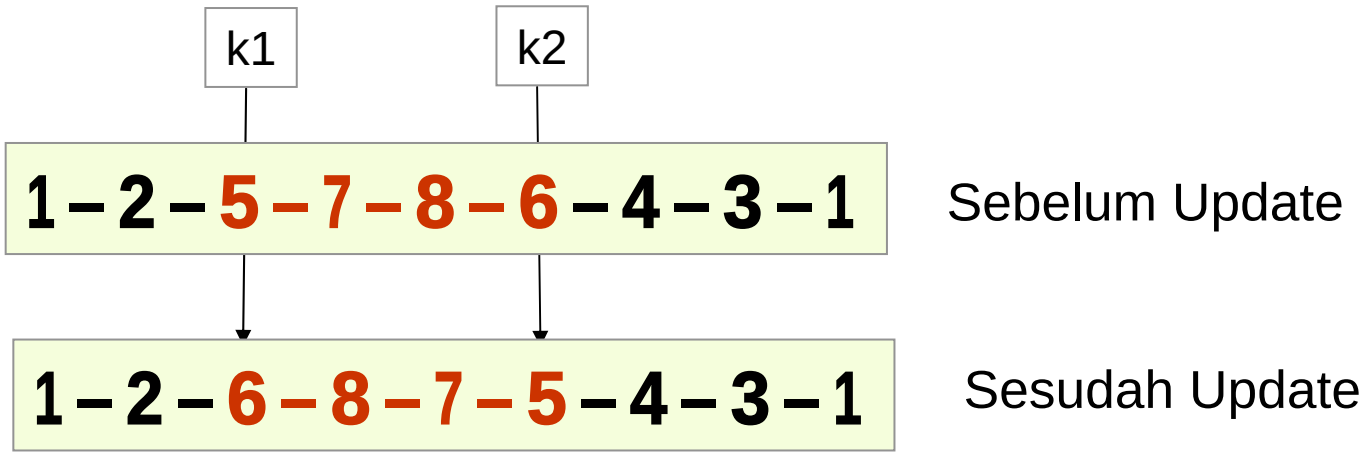

Start
Bangkitkan state awal (S)
Hitung Energi (E)
Sopt ← S
Eopt ← E
Update state (S)
Hitung Energi (E)
Cooling Schedulle
prob=exp-(E-Eopt)/T
T
Kriteria Stop
Y
Sopt ← S
Eopt ← E
Stop

Membangkitkan State Awal

- Proses membangkitkan state awal dapat dilakukan dengan mengurutkan nomor indeks kota misalkan 1,2,3,4,….,n (cara ini yang dijelaskan dalam modul ini karena sangat mudah dilakukan)
- Cara lain yang bisa dilakukan dengan menggunakan acak permutasi.

Update State

- Update state adalah suatu proses untuk mengubah susunan rute dengan memilih sebagian komposisi urutan (nomor kota k1 sampai dengan nomor kota k2) secara acak.
- Pengubahan dapat dilakukan dengan cara swap pada komposisi yang ditentukan.



Membangkitkan Data Kota

```
#include <fstream>
#include <stdlib.h>
#include <math.h>

float x[100], y[100];
int s[100], sOpt[100], nKota;
float e, eOpt;

// Membangkitkan data kota
// dan koordinatnya secara acak
void BangkitkanDataKota(){
   cout << “Jumlah kota = “; cin >> nKota
   for(int i=0;i<n;i++){
      x[i]=(float)(10*rand()/RAND_MAX);
      y[i]=(float)(10*rand()/RAND_MAX);
   }
}
```

Membangkitkan State Awal

```
// Membangkitkan state awal
// dengan mengurutkan langsung
void BangkitkanStateAwal(){
   for(int i=0;i<n;i++) s[i]=i;
   hitungEnergi();
}

// State Optimal
void StateOptimal() {
   for(int i=0;i<n;i++) sOpt[i]=s[i];
    eOpt=e;
}

// Menampilkan State
Void TampilkanState() {
   for(int i=0;i<n;i++) cout << sOpt[i] << " ";
   cout << "   energi = " << eOpt << endl;
}
```

Menghitung Energi

```
float hitungEnergi(){
  float jarak=0;
  int i,j;
  for(i=0;i<n-1;i++){
    dx=sqr(x[s[i]]-x[s[i+1]]);
    dy=sqr(y[s[i]]-y[s[i+1]]);
    d=sqrt(dx+dy);
    jarak=jarak+d;
  }
  dx=sqr(x[s[n-1]]-x[s[0]]);
  dy=sqr(y[s[n-1]]-y[s[0]]);
  d=sqrt(dx+dy);
  jarak=jarak+d;
  return jarak;
}
```

Proses Update State

```
// Update state
void UpdateState(){
   int k1,k2,i;
   for(i=0;i<n;i++) s[i]=sOpt[i];
   k1=int(nKota*(float)rand()/RAND_MAX);
   k2=int((nKota-k1)*(float)rand()/RAND_MAX)+k1;
   for(i=k1;i<k2;i++){
      s[i]=sOpt[k2+k1-i];
   }
   hitungEnergi();
}
```

Program Utama

```
void main(){
   int i, maxIter;
   float p, To, Tn, T;
   cout << “jumlah iterasi max = “;
   cin >> maxIter;
   To=0.1; Tn=0.0001;
   BangkitkanDataKota();
   BangkitkanStateAwal();
   StateOptimal();
   TampilkanState();
   for(i=0;i<maxIter;i++){
      UpdateState();
      p=rand;
      if(p<exp(-(e-eOpt)/T)) StateOptimal();
      TampilkanState();
      T=To*(float)pow(Tn/To,i/n);
   }
}
```